



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 6 : G01N 33/00	(11) Numéro de publication internationale: WO 95/08113 (43) Date de publication internationale: 23 mars 1995 (23.03.95)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/01085 N.O.S. (FR/FR); CH Monnaudin, 3, avenue Didier-Daurat, F-31400 Toulouse (FR).	(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Date de dépôt international: 16 septembre 1994 (16.09.94)	
(30) Données relatives à la priorité: 93/11291 17 septembre 1993 (17.09.93) FR	
(71) Dépositaire (pour tous les Etats désignés sauf US): ALPHA M.O.S. (FR/FR); CH Monnaudin, 3, avenue Didier-Daurat, F-31400 Toulouse (FR).	
(72) Inventeurs; et (73) Inventeurs/Dépositaires (US seulement): MERSUD, Jean, Christophe (FR/FR); 4, rue Lemoine, F-31240 Saint-Jean (FR); MOY, Laurent (FR/FR); 3, rue Chambros, F-31400 Toulouse (FR).	
(74) Mandataire: MORELLER, Guy; Cabinet Morelle & Burdon, 5, boulevard de la Méditerranée, F-31400 Toulouse (FR).	

## Publié

Avec rapport de recherche internationale.  
Avant l'application du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.

(54) Title: METHODS AND DEVICES FOR THE DETECTION OF ODOROUS SUBSTANCES AND APPLICATIONS

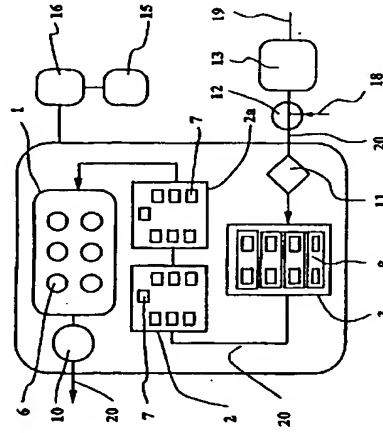
(54) Titre: PROCÉDES ET APPAREILS DE DETECTION DES SUBSTANCES ODORANTES ET APPLICATIONS

## (57) Abstract

Device for carrying out a method of odour detection comprising, in particular, a plurality of chambers (1, 2, 2a, 3), each including a plurality of semi-conductor gas sensors (6), conductive polymer gas sensors (7), surface acoustic wave gas sensors (8), as detection means, a variable flow gas pump (10) for forming a gas flow in said chambers (1, 2, 2a, 3), measurement electronic device (16) for operating the detection means (6, 7, 8), a data processing unit (15) for recording in a file the olfactory prints obtained using the detection means, and for comparing the detected impressions with those in the file so that odours may be identified and recognized. Applications, especially to drugs, explosives, body odours and food stuffs.

## (57) Abrégé

Un appareil permettant de mettre en œuvre un procédé de détection des odeurs comprend notamment une pluralité d'enceintes (1, 2, 2a, 3) comportant chacune respectivement une pluralité de capteurs gaz à semi-conducteur (6), capteurs gaz à polymère conducteur (7), capteurs gaz à onde acoustique de surface (8), comme moyen de détection, une pompe à gaz (10) à débit variable pour établir un débit de gaz dans les enceintes (1, 2, 2a, 3), une électronique de mesure (16) pour exploiter les moyens de détection (6, 7, 8), une unité de traitement de données (15) pour enregistrer dans un fichier des empreintes olfactives obtenues avec les moyens de détection, et comparer des empreintes détectées avec celles contenues dans le fichier en vue d'identifier ou de reconnaître des odeurs. Applications notamment aux drogues, explosifs, odeurs corporelles, boissons alimentaires.



## UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MY	Malaisie
BE	Belgique	GR	Grèce	NE	Niger
BF	Burkina Faso	HN	Hongrie	NI	Nicaragua
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NO	Norvège
BJ	Bénin	IT	Italie	NZ	Nouvelle-Zélande
BR	Brazill	JP	Japon	PL	Pologne
CA	Canada	KZ	Kazakhstan	PT	Portugal
CF	République centrafricaine	KG	Kirghizistan	RU	Russie
CG	Congo	KR	Corée	SC	Soudan
CH	Suisse	LA	Laos	SL	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LV	Lettonie	SN	Sénégal
CN	Chine	LT	Lituanie	TD	Tchad
CO	Colombie	LU	Luxembourg	TO	Togo
CZ	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TT	Trinité-et-Tobago
DE	Allemagne	MC	Monaco	UA	Ukraine
DK	Danemark	MD	République de Moldova	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MG	Madagascar	UZ	Ouzbékistan
FI	Finlande	ML	Mali	VN	Viet Nam
FR	France	MR	Mali		
GA	Gabon				

## PROCÉDÉS ET APPAREILS DE DÉTECTION DES SUBSTANCES ODORANTES ET APPLICATIONS

La présente invention se rapporte aux domaines les plus variés, comme l'industrie alimentaire, l'industrie des cosmétiques, parfums et arômes, l'industrie chimique, l'industrie de l'emballage, l'environnement... et d'une façon plus générale à tous les domaines dans lesquels la détection des odeurs ou substances odorantes, ou substances volatiles, appelées indifféremment pour la suite de ce mémoire d'une façon générale substances odorantes ou odeurs, apporte des moyens d'investigation, de contrôle, et d'action sur ces domaines.

La détection des substances odorantes rencontre de nombreuses applications industrielles, notamment dans les processus industriels alimentaires, dans lesquels on peut par exemple déterminer le degré de fraîcheur et la qualité des produits grâce aux substances odorantes qu'ils dégagent. La chromatographie gazeuse, qui consiste en une méthode de détection sélective par séparation moléculaire des composés gazeux, est utilisée comme moyen de contrôle des odeurs. Toutefois, cette méthode comporte certains inconvénients; en effet, les résultats de détection des substances varient notamment selon la méthode d'échantillonnage choisie, le temps d'obtention des résultats est relativement long, et le coût d'un appareil de chromatographie gazeuse ajouté au coût d'un spectromètre de masse nécessaire à l'analyse des résultats est très onéreux.

Les développements récents dans le domaine de la détection des substances odorantes nous enseignent des procédés et appareils de détection possédant des capteurs gaz à semiconducteur, comme moyens de détection des substances odorantes. Les substances odorantes modifient les propriétés électriques des semiconducteurs en faisant varier leurs résistances électriques, et la mesure de ces variations permet de déterminer la concentration en substances odorantes. Ces procédés et appareils de détection des substances odorantes autorisent des temps de détection relativement brefs, de l'ordre de quelques secondes, comparés à ceux donnés par la chromatographie gazeuse, qui sont de l'ordre de quelques minutes à quelques heures. Par contre, les capteurs gaz à semiconducteur nécessitent de travailler à une haute température, jusqu'à 350°C.

De plus, ces capteurs ont une bonne sensibilité mais une sélectivité moyenne à l'égard des substances odorantes.

D'autres technologies récentes de capteurs gaz sont maintenant utilisées, entraînant d'autres procédés et appareils de détection des substances odorantes. On rencontre par exemple des appareils possédant des capteurs gaz à polymère conducteur, et des appareils possédant des capteurs gaz à onde acoustique de surface.

Les capteurs à polymère conducteur possèdent un film constitué d'un polymère conducteur sensible aux molécules des substances odorantes, au contact desquelles la résistance électrique de ces capteurs est modifiée. La mesure de la variation de cette résistance permet de déterminer la concentration en substances odorantes. Un avantage de ce type de capteur est de fonctionner à des températures voisines de la température ambiante. On peut aussi obtenir, selon le polymère

re conducteur choisi, des sensibilités différentes pour détecter des substances odorantes différentes. D'une manière générale, on peut noter que les capteurs à polymère conducteur possèdent une meilleure sélectivité mais sont moins sensibles que les capteurs à semiconducteur.

Les capteurs gaz à onde acoustique de surface comprennent généralement un substrat ayant des caractéristiques piézo-électriques revêtu d'un film de polymère apte à adsorber des substances odorantes. La variation de masse résultante entraîne une variation de sa fréquence de résonance. Ce type de capteur permet de très bonnes mesures massiques des substances odorantes.

Les procédés et appareils de détection des substances odorantes que l'on rencontre comprennent en général plusieurs capteurs afin d'augmenter la sélectivité des substances odorantes mais tous les capteurs utilisent une même technologie, c'est à dire semiconducteur ou polymère conducteur ou onde acoustique de surface. De ce fait les possibilités de détection des substances odorantes sont limitées notamment à la sensibilité et la sélectivité des capteurs données par une seule technologie. D'autre part, ces appareils utilisent des procédés de transport des substances odorantes, dans une enceinte de détection comportant les capteurs, par convection naturelle. Ce qui augmente notamment de façon sensible le temps de détection des substances odorantes et donc la durée des procédés de détection, ceci d'autant plus que la volatilité du produit testé est faible.

La présente invention permet de remédier à ces inconvénients, plus précisément elle consiste en un procédé de détection des substances odorantes ou volatiles caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :

- munir au moins une première et une deuxième enceintes respectivement de premiers et deuxième moyens de détection, lesdits premiers moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface, lesdits deuxième moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface, lesdits capteurs gaz à semiconducteur, capteurs gaz à polymère conducteur, capteurs gaz à onde acoustique de surface possédant des propriétés électriques ou piézo-électriques sensibles aux molécules desdites substances odorantes ou volatiles,

- tester les propriétés électriques ou piézo-électriques de chacun desdits premiers et deuxième moyens de détection, ceux-ci étant en contact avec un débit variable contrôlé de gaz, pour effectuer une initialisation desdits premiers et deuxième moyens de détection avant la présence desdites substances odorantes ou volatiles,

- transporter lesdites substances odorantes ou volatiles d'un premier échantillon dans lesdites première et deuxième enceintes au moins, dans ledit débit variable contrôlé de gaz,

- mesurer les propriétés électriques ou piézo-électriques, pendant un intervalle de temps déterminé, de chacun desdits premiers et deuxième moyens de détection en présence dudit débit va-

riable contrôlé de gaz comportant lesdites substances odorantes ou volatiles, relativement à ladite initialisation, pour obtenir des données qualitatives et quantitatives sur lesdites substances odorantes ou volatiles.

- nettoyer lesdits premiers et deuxième moyens de détection par un balayage de ces derniers avec un gaz, pour initialiser lesdits premiers et deuxième moyens de détection.

Le transport des substances odorantes d'un échantillon dans un débit variable contrôlé de gaz, permet de réaliser des détections très rapides de substances odorantes, de l'ordre de quelques secondes. De plus, cette caractéristique permet de se rapprocher des conditions de transport des substances odorantes dans un nez biologique, et permet d'assurer la reproductibilité des procédés de détection selon l'invention en contrôlant les conditions de transport des substances odorantes, ce qui n'est pas le cas dans les procédés de l'art antérieur avec des moyens de convection naturelle non contrôlés. Les moyens utilisés pour réaliser ledit débit variable contrôlé de gaz sont avantageusement constitués d'au moins une pompe à débit variable, ladite pompe étant également avantageusement utilisée pour établir un débit variable contrôlé de gaz pendant le test des propriétés électriques et/ou piézo-électriques et le nettoyage des moyens de détection. Le gaz utilisé peut être l'air ambiant, purifié le cas échéant. Pendant la phase de mesure des propriétés électriques et/ou piézo-électriques, le débit de gaz peut être diminué ou augmenté selon que les substances odorantes deviennent respectivement plus ou moins volatiles tout au long de l'intervalle de temps de mesure.

Selon une caractéristique avantageuse, le procédé selon l'invention consiste à munir une troisième enceinte de troisième moyens de détection, lesdits troisième moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur, ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface.

L'intérêt de cette caractéristique est de munir le procédé selon l'invention de trois moyens de détection différents afin d'obtenir une sensibilité et une sélectivité générale de détection plus importante. En effet, comme cela a été développé en début de mémoire, les différents types de capteurs, à semiconducteur, à polymère conducteur, ou à onde acoustique de surface ont chacun des caractéristiques différentes qui se complètent : bonne sensibilité pour les capteurs à semiconducteur, bonne sélectivité pour les capteurs à polymère conducteur, bonne mesure maisique pour les capteurs à onde acoustique de surface.

Selon une caractéristique avantageuse, le procédé selon l'invention comprend au moins un enregistrement desdites données qualitatives sur lesdites substances odorantes, à un instant déterminé, pour constituer un fichier de substances odorantes.

Cette caractéristique permet de réaliser un fichier, notamment par l'intermédiaire d'une unité de traitement de données, dans lequel sont enregistrées les données fournies par les mesures effectuées sur des substances odorantes connues, sous forme d'empreintes olfactives. Les substances odorantes sont caractérisées ainsi chacune par une empreinte olfactive qui lui est propre, ladite empreinte olfactive étant composée de données fournies par chacun des moyens

de détection. Il faut relever que cette empreinte olfactive peut évoluer tout au long de l'intervalle de temps de mesure selon notamment le degré de volatilité des substances odorantes, ou la valeur du débit variable de gaz.

Un opérateur peut avantageusement visualiser les données des mesures par l'intermédiaire d'un moniteur connecté à l'unité de traitement de données, lesdites données pouvant être présentées sous toutes formes connues et largement répandues comme des histogrammes, des courbes, des nuages de points, des représentations en étoile, et plus généralement toutes formes de représentations bidimensionnelles ou tridimensionnelles.

Selon une caractéristique avantageuse, le procédé selon l'invention comprend au moins les étapes supplémentaires suivantes:

- transporter lesdites substances odorantes ou volatiles d'un deuxième échantillon dans lesdites première et deuxième enceintes au moins, dans un débit variable contrôlé de gaz,
- mesurer les propriétés électriques ou piézo-électriques, pendant un intervalle de temps déterminé, de chacun desdits premiers et deuxième moyens de détection en présence dudit débit variable contrôlé de gaz comportant lesdites substances odorantes ou volatiles, relativement à ladite initialisation, pour obtenir des données qualitatives et quantitatives sur lesdites substances odorantes ou volatiles,
- comparer lesdites données avec ledit fichier de substances odorantes ou volatiles, simultanément ou postérieurement aux mesures elles-mêmes, ladite comparaison s'effectuant au plus pendant la totalité dudit intervalle de temps de mesure, de manière à au moins identifier, au plus reconnaître au moyen d'un réseau de neurones, le cas échéant, les substances odorantes ou volatiles détectées.

La réalisation d'un fichier d'empreintes olfactives donne la possibilité d'introduire une étape de comparaison dans le procédé selon l'invention, pour la détection de substances odorantes de produits inconnus d'un opérateur. En effet, les données de mesure constituant une empreinte olfactive à un instant déterminé, peuvent être transmises avantageusement tout au long de l'intervalle de temps de mesure du produit inconnu, à l'unité de traitement de données qui compare l'empreinte aux empreintes olfactives présentes dans le fichier, et qui informe, par exemple au moyen d'un moniteur, l'opérateur que l'on est en présence, soit de substances odorantes connues donc présentes dans le fichier, soit de substances odorantes inconnues donc absentes du fichier. Dans le cas de substances odorantes reconnues par l'unité de traitement de données, l'identité desdites substances peut être communiquée à l'opérateur. Dans le cas contraire, l'unité de traitement informe l'opérateur de substances odorantes inconnues dans le fichier. Cette étape de comparaison et de reconnaissance des substances odorantes est réalisée au moyen d'un logiciel, avantageusement un logiciel de réseau neuronal.

L'opérateur peut choisir d'enregistrer la ou les substances inconnues et créer une nouvelle empreinte olfactive dans le fichier, par exemple dans le but d'identifier les mêmes substances ultérieurement. En effet, l'étape de comparaison peut être constituée d'une simple identification

de substances odorantes inconnues, à partir d'une empreinte olfactive présente dans le fichier, cette étape de comparaison ne nécessitant pas l'utilisation d'un logiciel de réseau neuronal.

Il faut relever que l'étape de simple comparaison des empreintes olfactives apporte l'avantage pratique de pouvoir identifier deux ou plusieurs produits comme étant similaires car possédant des empreintes olfactives identiques.

Il faut noter que dans le cas où la comparaison des données des mesures avec ledit fichier de substances odorantes se fait postérieurement aux mesures elles-mêmes, il est nécessaire d'enregistrer lesdites mesures.

Selon d'autres caractéristiques, le procédé de détection des substances odorantes suivant l'invention comprend des moyens de séparation desdites substances odorantes, lesdits moyens de séparation comprenant avantageusement un dispositif de chromatographie gazeuse.

Ces caractéristiques permettent d'obtenir une empreinte olfactive moléculaire des substances odorantes, lesdits moyens de séparation par chromatographie gazeuse intervenant avant lesdits moyens de détection.

Dans ce cas, le dispositif conventionnel de chromatographie gazeuse sépare préalablement les différentes molécules des substances odorantes, qui sont ensuite transportées par type de molécules vers les moyens de détection, lesdits moyens de détection permettant ensuite d'obtenir une empreinte olfactive pour chacune des molécules, suivant l'un des procédés selon l'invention décrit plus haut. Ce procédé selon l'invention permet notamment d'associer les avantages de la chromatographie gazeuse (séparation moléculaire) aux présents moyens de détection, de façon à constituer notamment un fichier d'empreinte olfactive moléculaire.

L'invention a aussi pour objet, un appareil de détection des substances odorantes ou volatiles permettant de mettre en œuvre les procédés de détection des substances odorantes ou volatiles décrits ci-dessus, et des applications dérivées en fin de mémoire.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description, de deux exemples de mode de réalisation d'un appareil de détection des substances odorantes ou volatiles selon l'invention, et de quelques exemples d'applications qui suivent, accompagnés des dessins annexés, exemples donnés à titre d'illustration sans qu'aucune interprétation restrictive de l'invention ne puisse en être tirée.

La Figure 1 représente un schéma fonctionnel d'un appareil de détection des substances odorantes ou volatiles selon l'invention comprenant quatre enceintes montées en séries.

La Figure 2 représente un schéma fonctionnel d'un appareil de détection des substances odorantes ou volatiles selon l'invention comprenant quatre enceintes montées en parallèles et en séries.

Les Figures 3 à 6 représentent quatre diagrammes d'empreintes olfactives de substances odorantes de deux cafés différents.

La Figure 7 montre un diagramme d'une empreinte olfactive en fonction du temps, provenant d'une huile d'olive.

La Figure 8 montre un diagramme d'une empreinte olfactive de substances odorantes provenant d'un parfum.

La Figure 9 montre un diagramme d'une empreinte olfactive de substances odorantes provenant d'un parfum différent de celui utilisé sur la Figure 4.

Les Figures 10, 11, et 12 montrent des diagrammes, représentant les empreintes olfactives provenant respectivement d'un vin de table, de l'éthanol, et du bouquet dudit vin de table.

Les Figures 13, 14, et 15 montrent des diagrammes d'empreintes olfactives provenant de deux explosifs différents, sous des formes et des conditions d'expérience différentes.

Les Figures 16, et 17 montrent des diagrammes d'empreintes olfactives en fonction du temps provenant de deux bouchons en liège.

L'appareil de détection des substances odorantes représenté sur la Figure 1 comprend, une première 1, une deuxième 2, une troisième 3, et une quatrième 2a enceintes munies respectivement de six capteurs gaz à semiconducteur 6, sept capteurs gaz à polymère conducteur 7, quatre capteurs gaz à onde acoustique de surface 8, sept capteurs gaz à polymère conducteur 7, une pompe à débit variable 10 pour fluides gazeux, une électronique de mesure 15, une unité de traitement de données 16.

Le nombre des capteurs 6, 7, 8 respectif de chaque enceinte 1, 2, 2a, 3 est déterminé de manière à rendre maximales la sensibilité et la sélectivité de l'appareil à l'égard des substances odorantes à détecter.

Les quatre enceintes 1, 2, 3, 2a sont montées en séries sur une conduite 20 dans laquelle circule un débit de gaz généré par une pompe 10 à débit variable, lequel est placé en sortie de la dernière 3 enceinte par rapport au sens de circulation du débit de gaz comme indiqué sur la Figure 1. Cette position de la pompe 10 est choisie de telle sorte que celle-ci ne contamine pas les capteurs équipant les différentes enceintes. De ce fait ladite pompe à débit variable établit le débit de gaz dans les quatre enceintes par aspiration. Les différents capteurs 6, 7, 8 sont placés dans les enceintes de façon à ce qu'ils soient évidemment en contact avec le débit de gaz. Le débit de gaz réglable sera avantageusement variable entre les valeurs de 5 ml/min et 500 ml/min dans le cas d'enceintes placées en séries.

L'ordre de placement des quatre enceintes 1, 2, 3, 2a sur la conduite 20 est avantageusement déterminé en fonction des perturbations provoquées par les capteurs de chaque enceinte sur le gaz transportant les substances odorantes à détecter, ou sur les substances odorantes elles-mêmes, et en fonction de leur sensibilité. En conséquence, dans le sens de circulation du débit de gaz, on rencontre tel que le montre la Figure 1, la troisième enceinte 3 munie de capteurs à onde acoustique de surface 8, les deuxième 2 et quatrième enceintes 2a munies de capteurs à polymère conducteur 7, et enfin la première enceinte 1 munie de capteurs à semiconducteur 6, ces derniers travaillant à haute température, modifiant donc le débit de gaz de façon plus importante.

Sur la conduite 20 à l'entrée de la troisième 1 enceinte, un filbre 11 assure une certaine pu-

reté du gaz circulant dans la conduite 20 et les enceintes 1, 2, 2a, 3. Le filtre 11 préserve les capteurs 6, 7, 8 des contaminations provoquées par des impuretés présentes dans le gaz aspiré, par exemple dans l'air ambiant le cas échéant, mais autorise évidemment le passage des substances odorantes.

05 En amont du filtre 11 dans le sens de circulation du débit de gaz, et connectée sur la conduite 20, une vanne 12 à trois voies permet de sélectionner soit une aspiration du gaz à travers la conduite 18 reliée à l'air ambiant, soit une aspiration dans une chambre 13 pour échantillons comprenant des substances odorantes ou des produits dont on désire détecter les substances odorantes, ladite chambre étant reliée par une conduite 19 à l'air ambiant.

10 L'aspiration à travers la conduite 18 est notamment utilisée pour l'étape de test des propriétés électriques et/ou piézo-électriques des capteurs 6, 7, 8, et l'étape de nettoyage des capteurs gaz 6, 7, 8 après un passage des substances odorantes dans les enceintes 1, 2, 2a, des procédés selon l'invention, le cas échéant.

15 L'aspiration à travers la conduite 19 est notamment utilisée pour l'étape de mesure des propriétés électriques et/ou piézo-électriques des capteurs gaz 6, 7, 8 en présence du débit variable contrôlé de gaz comportant les substances odorantes. Ainsi, à son passage dans la chambre 13 pour échantillons, l'air entraîne les substances odorantes, puis traverse le filtre 11, et respectivement les quatre enceintes 3, 2, 2a, 1 comportant les capteurs gaz 8, 7, 6 avant de traverser la pompe 10, et d'être rejeté à l'extérieur de l'appareil de détection. Il peut s'avérer nécessaire de chauffer le produit placé dans la chambre 13 afin de générer ou d'accélérer la production de substances odorantes, notamment si ledit produit est peu volatil. Dans ce cas, la chambre 13 comprend tous moyens de chauffage non polluant, comme par exemple un chauffage électrique par résistance.

20 Il faut remarquer que la présence de la chambre 13 et de la vanne 12 à trois voies n'est pas indispensable au fonctionnement de l'appareil de détection des substances odorantes selon l'invention. En effet, en l'absence de la chambre 13 et de la vanne 12, l'aspiration du débit de gaz ou du débit de gaz comportant les substances odorantes se fait directement à travers la conduite 20 d'entrée dans l'appareil ou directement à travers le filtre 11. Cette configuration (non représentée) de l'appareil suivant l'invention permet notamment la détection de substances odorantes présentes dans un gaz ambiant.

30 Un capteur au moins de température et un capteur au moins d'humidité (tous deux non représentés) pour mesurer respectivement la température du débit de gaz le taux d'humidité du débit de gaz, sont placés, dans au moins une des enceintes. En effet, les paramètres de température et de taux d'humidité influencent les mesures des propriétés électriques et/ou piézo-électriques des capteurs gaz 6, 7, 8, et de ce fait il est nécessaire de connaître la valeur de ces paramètres pour pouvoir effectuer des comparaisons de substances odorantes.

35 L'ensemble des capteurs gaz 6, 7, 8, et les capteurs de température et d'humidité sont connectés à une électronique de mesure 15 permettant, dans les procédés selon l'invention, l'é-

tape de test des propriétés électriques et/ou piézo-électriques des capteurs gaz 6, 7, 8, la mesure de température et de taux d'humidité du débit de gaz, et l'étape de mesure des propriétés électriques et/ou piézo-électriques des capteurs gaz 6, 7, 8 en présence des substances odorantes.

05 L'électronique de mesure 15 permet d'appliquer indépendamment d'une part une tension électrique réglable aux bornes de chacun des capteurs 6, 7, d'autre part une onde acoustique de surface à chacun des capteurs 8, au moins pour l'étape de test et l'étape de mesure des propriétés électriques et/ou piézo-électriques desdits capteurs lors de l'exécution des procédés selon l'invention.

10 Le choix d'une tension électrique appliquée aux capteurs 6, 7, et le choix d'une fréquence appliquée aux capteurs 8, lors de l'étape de test en l'absence de substances odorantes mais en présence du débit de gaz, déterminent les valeurs d'initialisation desdits capteurs, par rapport auxquelles seront effectuées les mesures lors de l'étape de mesure des propriétés électriques et/ou piézo-électriques en présence du débit de gaz comportant les substances odorantes.

15 Chacun des capteurs gaz à semiconducteur 6, chacun des capteurs gaz à polymère conducteur 7, et chacun des capteurs gaz à onde acoustique de surface 8 donnent une information qualitative et quantitative sur les substances odorantes présentes dans les enceintes 1, 2, 2a, 3.

20 En ce qui concerne les capteurs gaz à semiconducteur 6 et les capteurs gaz à polymère conducteur 7, l'électronique de mesure 15 mesure les valeurs des variations de résistance, tension, ou conductance de ces capteurs comme données quantitatives de substances odorantes. En ce qui concerne les capteurs à onde acoustique de surface 8, l'électronique de mesure 15 mesure la variation de fréquence de résonance des capteurs induite par la masse de molécules de substances odorantes adsorbée par le revêtement de polymère du capteur, comme données quantitatives de substances odorantes présentes.

25 Les données qualitatives sont fournies par le choix des parties sensibles équipant les capteurs, notamment le choix du polymère pour les capteurs à polymère conducteur 7 et les capteurs à onde acoustique de surface 8, choix effectué en fonction des besoins d'un utilisateur de l'appareil. En ce qui concerne les capteurs à semiconducteur 6, les données qualitatives sont fournies par le choix préalable du type d'oxyde métallique ainsi que notamment le choix de leur température respective de fonctionnement, en fonction des besoins d'un utilisateur. La température est réglable indépendamment pour chaque capteur à semiconducteur 6 au moyen de l'électronique de mesure 15, lors de l'étape de test des propriétés électriques dans les procédés selon l'invention, afin de déterminer une plage d'utilisation optimale desdits capteurs, ces derniers réagissant à des substances odorantes différentes selon que leur température propre est plus ou moins élevée.

35 Il faut noter qu'à tous moments des procédés de détection des substances odorantes selon l'invention le débit de gaz peut être modifié de façon contrôlée grâce à la pompe à débit variable. Cette caractéristique permet, notamment d'accélérer les procédés de détection dans le cas de détection de substances odorantes de produits peu volatils, ou d'accélérer le temps de réponse des

capteurs dans le cas de détection de substances odorantes en faible quantité.

L'unité de traitement de données 16 reçoit les données qualitatives et quantitatives sur les différentes substances odorantes détectées et mesurées qui lui sont transmises par l'électronique de mesure 15. Cette unité de traitement de données 16 comprend une unité centrale munie de logiciels d'applications (non représentée) et avantageusement un moniteur (non représenté) servant d'interface entre ladite unité centrale et un opérateur. L'unité centrale autorise, l'étape d'enregistrement des données des mesures effectuées par l'électronique de mesure 15, cet enregistrement permettant avantageusement de constituer un fichier de substances odorantes, et l'étape de comparaison des données des mesures avec ledit fichier de substances odorantes.

L'électronique de mesure 15 réalise notamment des mesures sur les capteurs 6, 7, 8 avantageusement de façon continue pendant un intervalle de temps déterminé par l'opérateur selon les besoins. Durant ledit intervalle de temps, l'unité de traitement de données 16 enregistre les données constituées par les résultats des mesures, de manière à fournir à l'opérateur des informations sur les substances odorantes présentes en fonction du temps. Cette caractéristique procure des avantages qui seront développés ultérieurement dans des exemples de détection de substances odorantes selon les procédés suivant l'invention, notamment dans l'exemple de détection de substances odorantes de parfums, illustré par les Figures 8 et 9.

Il faut remarquer que l'enregistrement des données permet à l'opérateur d'être informé, à tout instant de l'intervalle de temps de mesure, des valeurs de la mesure instantanée de tous les capteurs, l'ensemble de ces valeurs instantanées définissant alors une empreinte olfactive des substances odorantes à cet instant. Cette empreinte olfactive peut prendre toutes formes conventionnelles avantageusement sur un moniteur (histogramme, courbe, étoile, etc). L'évolution de l'empreinte olfactive au cours de l'intervalle de temps de mesure peut également être représentée sur le moniteur de toutes façons conventionnelles (courbes multiples, diagramme tridimensionnel, etc).

L'étape de comparaison des données des mesures avec le fichier de substances odorantes peut avoir lieu à tout instant au cours de l'intervalle de temps de mesure ou avoir lieu postérieurement aux mesures. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de procéder à l'enregistrement des données de mesure pendant l'intervalle de temps de mesure.

L'étape de comparaison des données doit être différenciée suivant que l'on désire, identifier deux ou plusieurs substances odorantes, ou reconnaître des substances odorantes.

En ce qui concerne l'identification de deux ou plusieurs substances odorantes, il suffit d'avoir placé dans le fichier, lors d'une première détection au moins, une ou plusieurs empreintes olfactives par rapport auxquelles on désire comparer d'autres substances odorantes. Il faut noter que l'opérateur n'a pas dans ce cas nécessairement besoin de connaître l'identité des substances odorantes placées dans le fichier sous forme d'empreintes olfactives. Ultérieurement, lors des détections suivantes, dans le but de retrouver la ou les substances odorantes enregistrées, l'opérateur comparera les nouvelles empreintes, obtenues comme indiqué dans les paragraphes pré-

cedents, avec celles enregistrées, et effectuera l'identification, le cas échéant.

Il faut indiquer que des substances odorantes identiques peuvent avoir été mesurées ou enregistrées selon des données quantitatives ou des concentrations différentes, ce qui rend la comparaison des empreintes olfactives plus difficile, celles-ci étant différentes malgré l'identité des substances odorantes. De façon à obtenir des empreintes indépendantes de la concentration, l'unité de traitement de données 16 peut effectuer une normalisation des données. C'est à dire ramener toutes les données des capteurs définissant une empreinte olfactive, en proportions égales, jusqu'à une valeur unitaire que l'on fixe avantageusement sur le capteur fournissant la plus forte donnée.

La reconnaissance des substances odorantes par l'appareil selon l'invention, est possible à l'aide de moyens supplémentaires par rapport à la simple identification. En effet la reconnaissance des substances odorantes entraîne que l'appareil possède, d'une part une mémoire de toutes les substances odorantes à reconnaître, et d'autre part des moyens d'appréciation, c'est à dire d'identification ou de différenciation des substances odorantes possédant des empreintes olfactives ressemblantes, similaires, ou différentes.

Dans un premier temps, il est donc nécessaire de placer des empreintes olfactives de substances odorantes, avantageusement dans une mémoire de l'unité centrale de l'unité de traitement de données 16, afin de créer un fichier de substances odorantes connues. L'opérateur associe alors à une ou plusieurs empreintes olfactives le nom de la substance odorante correspondante, dans la mémoire de l'unité centrale. Lesdits moyens d'appréciation sont fournis par un logiciel de réseau neuronal qui traite les données de mesure de chacun des capteurs définissant une empreinte olfactive pour les comparer aux données des empreintes olfactives présentes dans le fichier, et apprécier l'identification, ou la différenciation, ou encore l'absence des substances odorantes détectées par rapport aux substances odorantes présentes dans le fichier. L'opérateur est informé des résultats de la comparaison avantageusement par l'intermédiaire du moniteur qui peut par exemple afficher, le cas échéant, soit le nom de la substance odorante détectée, soit un message "substance odorante inconnue".

Une fois que l'opérateur a obtenu les résultats désirés, il est nécessaire de nettoyer les capteurs avant une autre utilisation. Cette opération est réalisée au moyen de la pompe 10 à débit variable, comme cela a été indiqué plus haut, par balayage des capteurs 6, 7, 8 avec un débit de gaz avantageusement supérieur jusqu'à ce que ces derniers retrouvent leur valeur d'initialisation respective donnée à l'étape de test des propriétés électriques et/ou piézo-électriques. L'électronique de mesure 15 permet de contrôler cette opération. Les capteurs à semiconducteur 6 peuvent être chauffés simultanément pour accélérer l'opération de nettoyage, notamment avec les mêmes moyens que pour le réglage de leur température lors de l'étape de test et d'optimisation des propriétés électriques desdits capteurs 6.

La Figure 2 représente une variante de l'appareil de détection des substances odorantes selon l'invention illustré par la Figure 1. Il s'en différencie par une autre disposition des quatre



enceintes 1, 2, 2a, 3. En effet, les enceintes 1, 3, et le groupe des deux enceintes 2, 2a sont placées en parallèle sur la conduite 20, comme le montre la Figure 2. Il est à noter que les deux enceintes 2, 2a, comportant toutes deux des capteurs à polymère conducteur 7, sont placées en séries sur une des branches du montage en parallèle. L'intérêt d'une telle caractéristique est de rendre indépendant la traversée du débit de gaz d'une enceinte par rapport à une autre munie de capteurs d'une technologie différente. Ainsi, on évite les modifications éventuelles du débit de gaz d'une enceinte par rapport à la suivante dans un placement en série, modifications dues au passage du débit de gaz sur les capteurs. De plus, il existe dans ce cas la possibilité d'isoler, selon toutes méthodes connues, au moins une des branches parallèles de la conduite 20, donc d'isoler au moins une enceinte, si désiré, par exemple au moyen de vannes (non représentées).

La pompe 10 à débit variable utilisée sur l'appareil selon l'invention représenté sur la Figure 2 permet, dans le cas d'enceintes placées en parallèle sur la conduite 20, de pouvoir disposer avantageusement d'un débit de gaz réglable compris entre les valeurs de 5 ml/mn et 500 ml/mn pour chaque enceinte.

L'appareil selon l'invention peut se présenter de façon compacte et portable, d'encombrement relativement réduit. En effet, les enceintes 1, 2, 2a, 3 peuvent posséder chacune un volume de l'ordre du cm<sup>3</sup>, suffisant pour la détection des substances odorantes. L'unité de traitement de données peut elle aussi être d'encombrement très réduit de l'ordre de celui d'une carte électronique. Le moniteur quand à lui peut être un écran à affichage à cristaux liquides ou à diodes, ou un écran cathodique de tailles réduites eux aussi. Ainsi, l'appareil peut aisément se transporter en tous lieux par une seule personne. Dans le cas de détection de substances odorantes présentes notamment dans l'air ambiant, la chambre 13, la vanne à trois voies 12 et les conduites 18, 19 ne sont pas indispensables comme cela a déjà été indiqué précédemment.

Plusieurs expériences de détection de substances odorantes ont été réalisées suivant des procédés et avec des appareils selon l'invention, dont certaines, parmi les plus représentatives vont être maintenant décrites, avec l'aide des Figures 3 à 17.

Une première expérience se rapporte à la détection et la comparaison d'arômes de café, illustrée par les Figures 3 à 6.

Les Figures 3 et 4 représentent respectivement les empreintes olfactives d'un café du Brésil et d'un café du Zaïre, données chacune par un ensemble de six capteurs à semiconducteur. Les empreintes sont présentées sous la forme de représentation en étoile, chaque branche correspondant à un capteur. On remarque que la discrimination des deux cafés par leurs empreintes respectives n'est pas évidente, compte tenu d'une sélectivité moyenne de ce type de capteurs.

Les Figures 5 et 6 représentent respectivement les empreintes olfactives des mêmes cafés du Brésil et du Zaïre, données chacune par un ensemble de six capteurs à semiconducteur et quatorze capteurs à polymère conducteur. Les empreintes sont également présentées sous la forme de représentation en étoile, afin de faciliter la comparaison avec les Figures 3 et 4. Les références de 1 à 6 se rapportent aux capteurs à semiconducteur, et les références 7 à 20 se rap-

portent aux capteurs à polymère conducteur.

On constate que les empreintes obtenues avec un tel ensemble de capteurs permettent de discriminer aisément les deux cafés, la partie déterminante de l'empreinte pour la différenciation des cafés étant essentiellement constituée par les capteurs à polymère conducteur.

Une deuxième expérience décrite a été réalisée avec une huile d'olive, illustrée par la Figure 7.

La Figure 7 représente une empreinte olfactive des substances odorantes provenant d'une huile d'olive de Toscane, cette empreinte étant obtenue avec, une enceinte munie de six capteurs à semiconducteur, un débit d'air de 100 ml/mn, et un intervalle de temps de mesure de 60 secondes. La droite des abscisses est graduée en secondes, et la droite des ordonnées est graduée en volts (tension aux bornes des capteurs). L'empreinte est constituée de six courbes correspondant chacune à un capteur. Le diagramme montre des valeurs sensiblement stabilisées à partir de 30 secondes environ, valeurs qui peuvent être enregistrées dans un fichier. Trente cinq empreintes olfactives différentes d'huile (non représentées) ont pu être ainsi discriminées.

Une troisième expérience a été réalisée avec un premier parfum et un deuxième parfum différents du premier, illustrée par les Figures 8 et 9.

La Figure 8 représente une empreinte olfactive fonction du temps du premier parfum imprégné sur une serviette placée dans une chambre d'échantillons chauffée à 40°C. Une enceinte comprenant six capteurs à semiconducteur et une enceinte comprenant sept capteurs à polymère conducteur, montées en série, ont été utilisées pour cette expérience, qui s'est effectuée durant cinq jours avec un débit d'air de 10 ml/mn. Préalablement, les propriétés électriques des capteurs ont été testées durant dix heures en présence de la serviette seule et avec un débit de 10 ml/mn afin d'obtenir une initialisation des capteurs. La droite des abscisses est graduée en heures, et la droite des ordonnées est graduée en volts. La réponse significative de trois capteurs est représentée sur la Figure 8.

La Figure 9 représente une empreinte olfactive fonction du temps du deuxième parfum imprégné sur une serviette placée dans une chambre d'échantillons. Les conditions d'expérience sont identiques à celles concernant le premier parfum, de façon à pouvoir comparer les deux parfums.

La comparaison des Figures 8 et 9 montre que le parfum utilisé dans la Figure 8 a une note plus forte et plus stable dans le temps que le parfum utilisé dans la Figure 9, dont l'effet est totalement épuisé au bout de trois jours environ.

Une quatrième expérience a été réalisée avec un vin de table et de l'éthanol, illustrée par les Figures 10, 11, et 12.

Les Figures 10, 11, et 12 montrent des histogrammes, représentant les empreintes olfactives provenant respectivement d'un vin de table, de l'éthanol, et du bouquet dudit vin de table obtenu au moyen de l'unité de traitement de données par différence des empreintes olfactives du vin et de l'éthanol. L'expérience a été réalisée avec une enceinte munie de six capteurs à semi-

conducteur, un débit d'air faible, et les empreintes stabilisées ont été obtenues au bout de trente secondes environ. Chacun des six rectangles, référencés de 1 à 6 sur chaque Figure 10 et 11 représente respectivement la mesure d'un même capteur, au bout de trente secondes environ.

Une cinquième expérience a été réalisée pour reconnaître la formulation originale de silicoles et de polymères au moyen de deux enceintes munies respectivement chacune de six capteurs à semiconducteur et quatre capteurs à onde acoustique de surface. Les solvants résiduels de composés polymères tels que les polypropylènes étant à l'origine de certaines mauvaises odeurs de matériaux plastiques, un ensemble de capteurs de technologies différentes permet de détecter les écarts par rapport à une odeur de référence.

10 Une sixième expérience concerne la détection et la reconnaissance des drogues.

Les drogues comme la morphine, la cocaïne ou autres produits illicites sont détectées en utilisant un ensemble de capteurs comprenant des capteurs à semiconducteur, des capteurs à polymère conducteur, et des capteurs à onde acoustique de surface. Lorsque les capteurs à onde acoustique de surface sont utilisés seuls avec un nombre de quatre capteurs par exemple, le taux de reconnaissance entre les différentes drogues analysées est de 90% (nombre de drogues reconnues / nombre de drogues analysées). Toutefois, dans ce dernier cas, ce taux de reconnaissance diminue jusqu'à 40% lorsqu'on étudie ces drogues mélangées avec des produits classiques comme le café, les tabacs, et autres poudres ou produits divers de consommation courante. Il est donc nécessaire d'utiliser d'autres technologies de capteurs qui permettent d'obtenir une sélectivité plus grande afin de présenter une empreinte olfactive des drogues, détectable même en présence de plusieurs substances différentes. L'addition aux quatre capteurs à onde acoustique de surface, de six capteurs à semiconducteur permet d'obtenir un taux de reconnaissance de 65%, et l'addition supplémentaire de 14 capteurs à polymère conducteur permet d'augmenter le taux de reconnaissance à une valeur de 85%.

25 Une septième expérience concerne la détection et la reconnaissance des explosifs, illustrée par les Figures 13, 14, et 15.

La Figure 13 représente les empreintes olfactives de deux explosifs différents, sous forme d'histogramme. Les rectangles foncés représentent un explosif de type C4 et les rectangles clairs représentent un explosif de type Octogène (HMX). Les valeurs de chaque capteur pour chacun des explosifs sont représentées côte à côte pour faciliter une comparaison. Pour réaliser cette expérience, on a utilisé un ensemble de quatre capteurs à onde acoustique de surface et six capteurs à semiconducteur. Les empreintes olfactives des explosifs ont été préalablement enregistrées dans la mémoire de l'unité de traitement de données, ce qui permet d'identifier et de reconnaître ultérieurement un explosif par ses substances volatiles. Sur la droite des abscisses, les références de 1 à 4 se rapportent aux capteurs à onde acoustique de surface, et les références de 5 à 10 se rapportent aux capteurs à semiconducteur. Il est à noter que la variation de fréquence du capteur de référence 4, due à un effet viscoélastique caractéristique du revêtement de ce capteur, constitue une partie importante de l'empreinte visant à discriminer l'explosif C4 de l'ex-

plusif Octogène.

Les Figures 14 et 15 représentent les empreintes olfactives des mêmes explosifs, respectivement Octogène et C4. Ces empreintes ont été obtenues avec un ensemble de capteurs similaires à ceux utilisés sur la Figure 13, ensemble auquel ont été ajoutés quatre capteurs à polymère conducteur, soit un nombre total de vingt quatre capteurs. Sur les Figures 14 et 15, les diagrammes sont représentés sous forme d'étoile, les références 1 à 4 se rapportant aux capteurs à onde acoustique de surface, les références 5 à 10 se rapportant aux capteurs à semiconducteur, et les références 11 à 24 se rapportant aux capteurs à polymère conducteur. On constate une nette différenciation des empreintes, caractéristiques de chaque explosif.

10 Une huitième expérience concerne la détection et la reconnaissance des odeurs de bouillons alimentaires en liège, illustrée par les Figures 16 et 17.

Un premier et un deuxième bouchons ont été placés respectivement dans une première et une deuxième chambres d'échantillons de 60 ml chacune et chauffées à une température de 60°C durant 5 mn. Les vapeurs des deux bouchons sont ensuite transportées successivement dans une enceinte comportant six capteurs à semiconducteur. Les Figures 16 et 17 représentent respectivement les empreintes olfactives fonction du temps obtenues pour le premier bouchon et le deuxième bouchon, pendant 120 secondes. On constate une nette différence des empreintes montrant que le premier bouchon est impropre à l'utilisation ou présente un risque certain de contamination du produit enfermé par ledit bouchon, par une intensité d'odeurs plus forte et des formes d'empreinte caractéristiques des mauvaises odeurs de bouchons. Le deuxième bouchon présente une empreinte standard correcte et est apte à l'utilisation. On notera avantageusement que le procédé selon l'invention permet dans ce cas d'établir une sélection olfactive des bouchons lors de leur fabrication et évite ainsi les pertes de produits bouchés avec des bouchons défectueux et contaminés par ceux-ci, comme notamment les vins et spiritueux.

25 Une neuvième expérience concerne la détection et la reconnaissance des odeurs corporelles humaines.

Les odeurs corporelles sont analysées en plaçant un sujet dans une première chambre traversée par un débit d'air pur. L'air chargé des substances odorantes dégagées par le sujet traverse ensuite avantageusement une deuxième chambre substantiellement moins volumineuse, qui sert de concentrateur des composés volatils. Cette deuxième chambre peut être constituée d'un piège Ténaux ou autres supports polymères absorbant. Par un réchauffage très rapide de la deuxième chambre après ladite concentration des composés volatils, le débit d'air chargé des substances odorantes du sujet est envoyé sur un ensemble de capteurs, lequel peut avantageusement comprendre une pluralité de capteurs à semiconducteur, une pluralité de capteurs à onde acoustique de surface, et une pluralité de capteurs à polymère conducteur. Les données de mesure des capteurs sont simultanément comparées à un fichier de substances odorantes de criminels ou d'individus déjà incriminés afin de reconnaître le sujet.

Il faut mentionner que la deuxième chambre n'est pas indispensable au procédé de détec-



tion et de reconnaissance des odeurs corporelles selon l'invention. En effet, l'air chargé des substances odorantes dégagées par le sujet dans la première chambre peut directement être envoyé sur les capteurs, l'utilisation d'un concentrateur ayant pour objectif notamment d'améliorer la qualité et la rapidité d'obtention de l'empreinte olfactive.

Une dixième expérience concerne la détection et la reconnaissance des odeurs corporelles animales.

Un appareil selon l'invention comprenant une pluralité de capteurs à polymère conducteur a été placé de façon à détecter les substances odorantes émanant des parties génitales d'un animal. On obtient des empreintes olfactives caractéristiques de la période de fécondation de l'animal. Des empreintes olfactives caractéristiques de la période de fécondation d'un animal ont été obtenues de façon similaire en suivant les périodes de fertilité sur une vache et sur une chienne.

Il est possible de procéder à un test de la fertilité de la vache en mesurant les vapeurs émises par son lait. La période de fécondation induit ainsi sur le lait des composés volatils responsables d'une série de réponses caractéristiques de la fertilité de l'animal.

Comme on peut le constater, le champ des applications des procédés et appareils de détection des substances odorantes selon l'invention est très étendu, les expériences décrites ci-dessus n'illustrant que quelques exemples dans ce champ d'application.

On peut citer encore à titre d'exemples non limitatifs les applications des procédés et appareils selon l'invention suivantes :

- détection et mesure de l'efficacité de déodorants et des odeurs bactériennes par connexion directe d'un appareil selon l'invention sous les aisselles de différents sujets,
- évaluation du caractère plaisant ou déplaisant de l'odeur,
- diagnostic de maladies à partir de l'odeur corporelle,
- discrimination aromatique de qualités de grains et mélanges de café, suivi de processus de torréfaction,
- distinction de différentes qualités olfactives d'huiles d'olives (odeurs rances, fruitées...), conséquences à des conditions climatologiques ou des traitements particuliers,
- mesure en continu d'atmosphères closes. Contrôle d'ambiances enfumées avec seuil d'alarme éventuel (ou contrôle de ventilation) à partir d'un seuil prédéterminé d'un niveau de pollution,
- mesure de l'intensité et de la qualité de l'odeur de granules de polyéthylène, de PVC, de silicones et autres matériaux plastiques,
- contrôle de l'odeur sur les matériaux plastiques finis et évaluation de la contribution individuelle olfactive de chaque composant à l'odeur globale d'un habitacle (intérieur de voitures, de navettes...),
- contrôle des hydrocarbures et odeurs résiduelles à l'intérieur de bouteilles en plastique,
- à partir d'une viande, discrimination du sexe de l'animal d'origine.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de détection des substances odorantes ou volatiles *caractérisé en ce qu'il* comprend au moins les étapes suivantes :

- munir au moins une première (1) et une deuxième (2) enceintes respectivement de premiers et deuxièmes moyens de détection, lesdits premiers moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur (6), ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur (7), ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface (8), lesdits deuxièmes

moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur (6), ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur (7), ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface (8), lesdits capteurs gaz à semiconducteur, capteurs gaz à polymère conducteur, capteurs gaz à onde acoustique de surface possédant des propriétés électriques ou piézo-électriques sensibles aux molécules desdites substances odorantes ou volatiles,

- tester les propriétés électriques ou piézo-électriques de chacun desdits premiers et deuxièmes moyens de détection, ceux-ci étant en contact avec un débit variable contrôlé de gaz, pour effectuer une initialisation desdits premiers et deuxièmes moyens de détection avant la présence desdites substances odorantes ou volatiles,

- transporter lesdites substances odorantes ou volatiles d'un premier échantillon dans lesdites première et deuxième enceintes au moins, dans ledit débit variable contrôlé de gaz,

- mesurer les propriétés électriques ou piézo-électriques, pendant un intervalle de temps déterminé, de chacun desdits premiers et deuxièmes moyens de détection en présence dudit débit variable contrôlé de gaz comportant lesdites substances odorantes ou volatiles, relativement à ladite initialisation, pour obtenir des données qualitatives et quantitatives sur lesdites substances odorantes ou volatiles,

- nettoyer lesdits premiers et deuxièmes moyens de détection par un balayage de ces derniers avec un gaz, pour initialiser lesdits premiers et deuxièmes moyens de détection.

2. Procédé suivant la Revendication 1, *caractérisé en ce qu'il* consiste à munir une troisième enceinte (3) de troisièmes moyens de détection, lesdits troisièmes moyens de détection comprenant une pluralité de capteurs gaz à semiconducteur (6), ou une pluralité de capteurs gaz à polymère conducteur (7), ou une pluralité de capteurs gaz à onde acoustique de surface (8).

3. Procédé suivant la Revendication 1 ou 2, *caractérisé en ce que*, lesdites première (1) et deuxième (2) enceintes au moins, ou première (1) et deuxième (2) et troisième (3) enceintes au moins, sont placées en série.

4. Procédé suivant la Revendication 1 ou 2, *caractérisé en ce que* lesdites première (1) et deuxième (2) enceintes au moins, ou première (1) et deuxième (2) et troisième (3) enceintes au moins, sont placées en parallèle.

5. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 4, *caractérisé en ce qu'il* comprend au moins un enregistrement desdites données qualitatives sur lesdites substances

odorantes ou volatiles, à un instant déterminé, pour constituer un fichier de substances odorantes ou volatiles.

6. Procédé suivant la Revendication 5, *caractérisé en ce qu'il* comprend au moins les étapes supplémentaires suivantes :

- 05 • transporter lesdites substances odorantes ou volatiles d'un deuxième échantillon dans lesdites première (1) et deuxième (2) encloses au moins, dans un débit variable contrôlé de gaz,
- mesurer les propriétés électriques ou piézo-électriques, pendant un intervalle de temps déterminé, de chacun desdits premiers et deuxièmes moyens de détection en présence dudit débit variable contrôlé de gaz comportant lesdites substances odorantes ou volatiles, relativement à ladite initialisation, pour obtenir des données qualitatives et quantitatives sur lesdites substances odorantes ou volatiles,

- 10 • comparer lesdites données avec ledit fichier de substances odorantes ou volatiles, simultanément ou postérieurement aux mesures elles-mêmes, ladite comparaison s'effectuant au plus pendant la totalité dudit intervalle de temps de mesure, de manière à au moins identifier, au plus reconnaître au moyen d'un réseau de neurones, le cas échéant, les substances odorantes ou volatiles détectées.

7. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 6, *caractérisé en ce qu'il* comprend des moyens de séparation desdites substances odorantes ou volatiles.

8. Procédé suivant la Revendication 7, *caractérisé en ce que* lesdits moyens de séparation comprennent un dispositif de chromatographie gazeuse.

9. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux drogues et/ou explosifs pour une détection et/ou une reconnaissance desdits drogues et/ou explosifs.

10. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux odeurs corporelles humaines, pour une identification et/ou une reconnaissance des individus.

11. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux odeurs corporelles humaines, pour un diagnostic des maladies humaines.

12. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux odeurs animales, pour une détermination de la période de fertilité desdits animaux et/ou pour un diagnostic des maladies desdits animaux.

13. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux bouchons alimentaires, pour une discrimination et/ou une sélection qualitative desdits bouchons.

14. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux substances alimentaires, pour une discrimination et/ou une comparaison qualitative et/ou un diagnostic de comestibilité, desdites substances alimentaires.

15. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux parfums et/ou cosmétiques, pour une appréciation des caractéristiques desdits parfums et/ou cosmétiques.

16. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux substances toxiques, pour une détermination et/ou une surveillance d'un niveau de pollution.

17. Procédé suivant l'une quelconque des Revendications 1 à 8, *caractérisé en ce qu'il* consiste à être appliqué aux matériaux plastiques, pour une évaluation d'une contribution olfactive individuelle de chaque composant desdits matériaux plastiques à l'odeur globale desdits matériaux plastiques, et/ou pour un contrôle de l'odeur globale desdits matériaux plastiques.

1/8

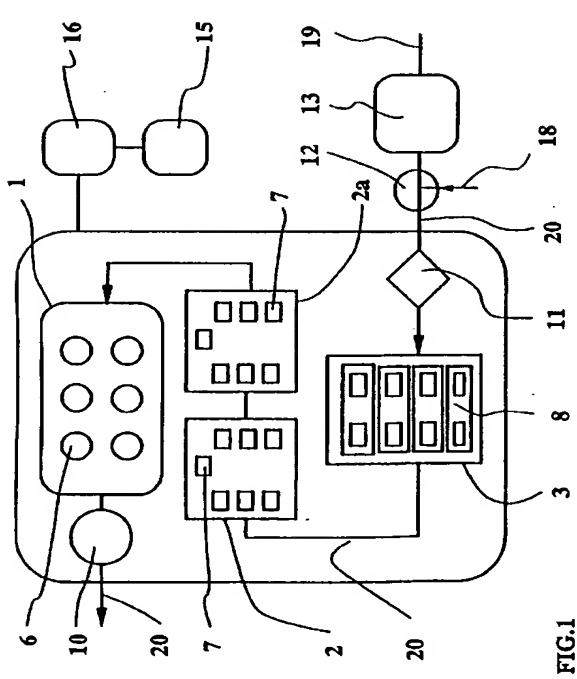


FIG. 1

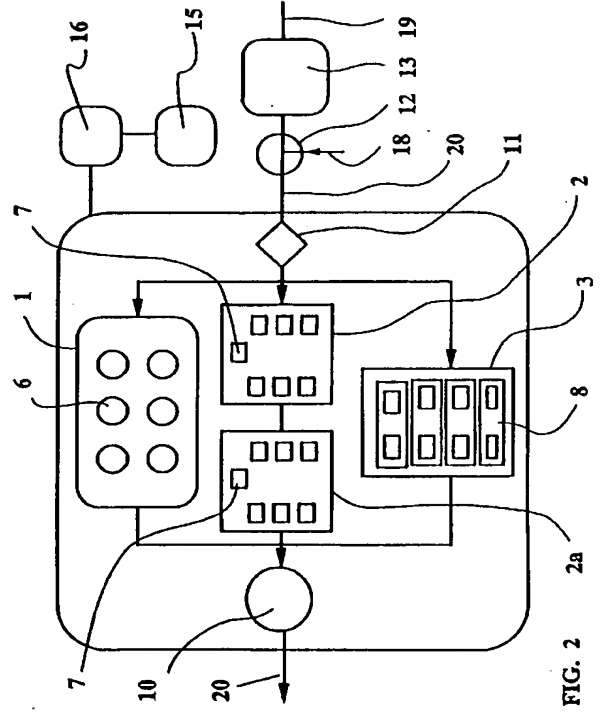


FIG. 2

2/8

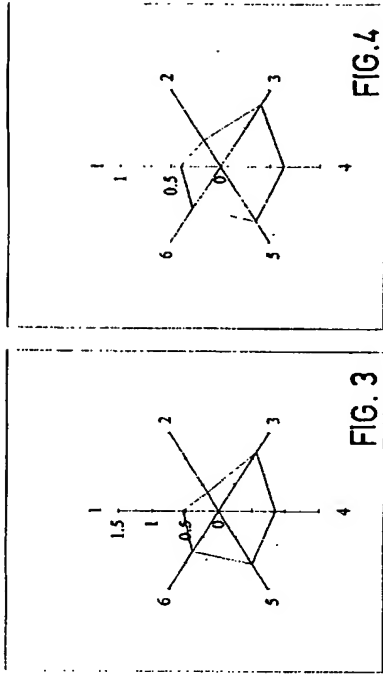


FIG. 3

FIG. 4

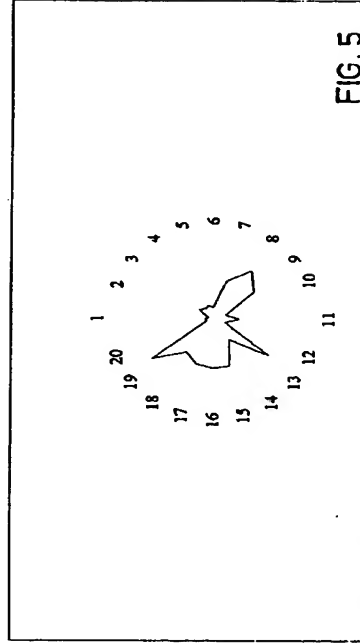


FIG. 5

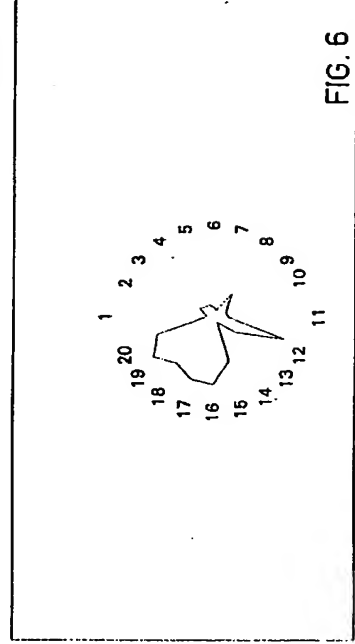


FIG. 6

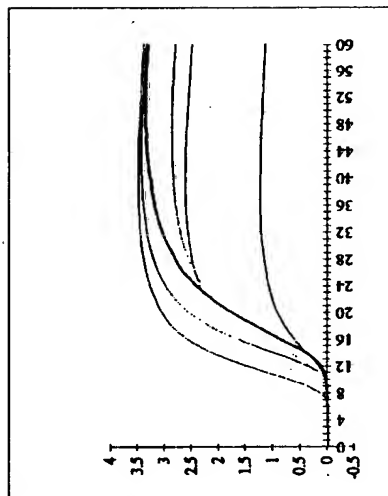


FIG. 7

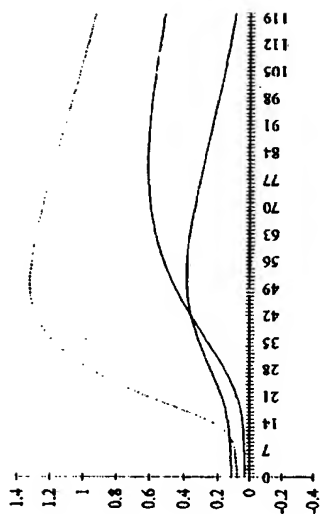


FIG. 8

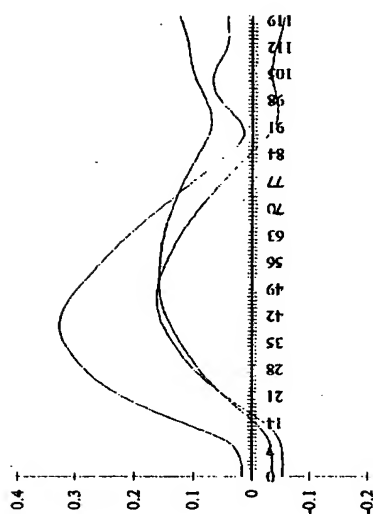


FIG. 9

6/8

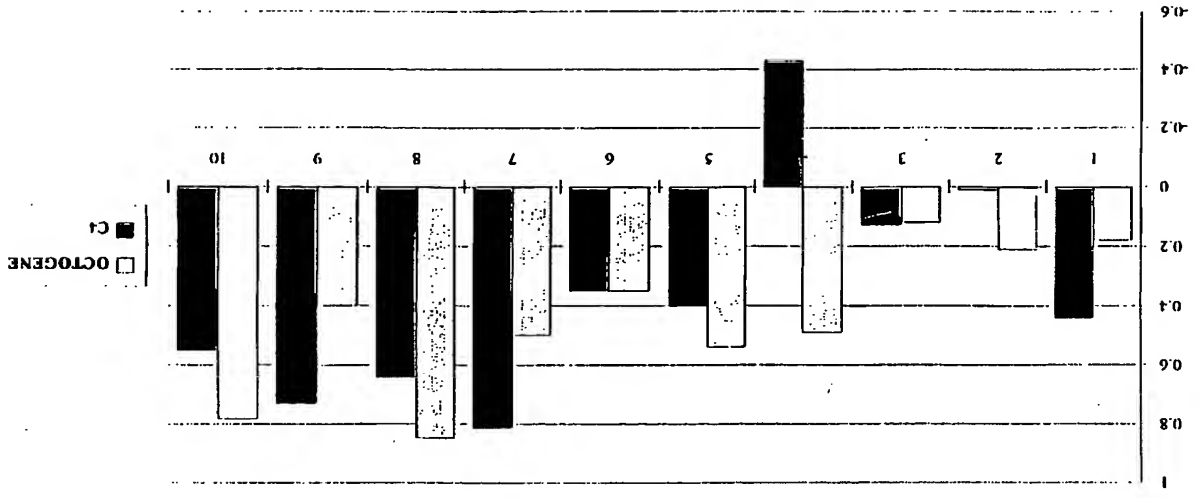


FIG. 13

5/8

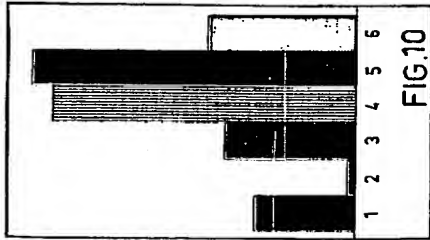


FIG. 10

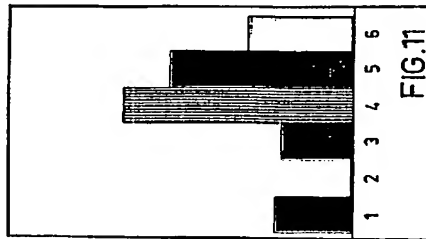


FIG. 11

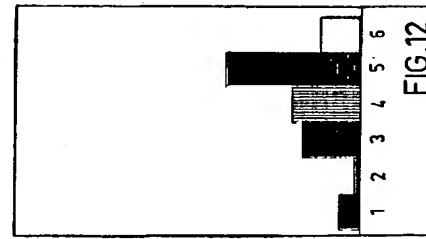
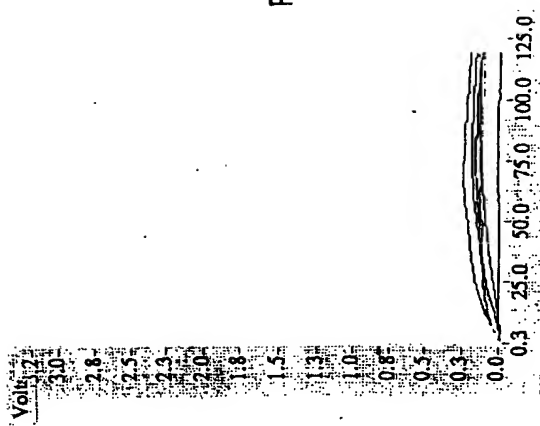
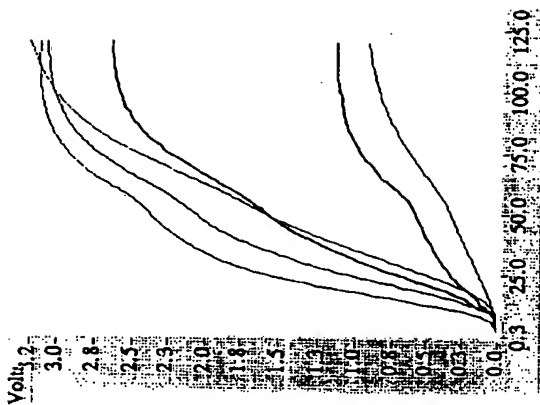
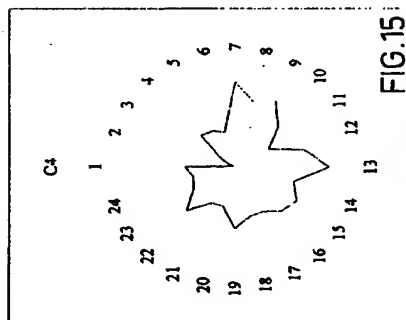
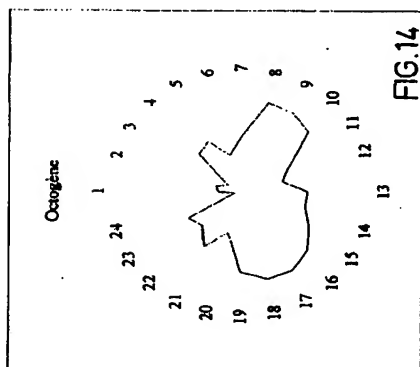


FIG. 12

8/8



7/8





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/FR 94/01085A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01N33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS RESEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP A,0 239 233 (WAKABAYASHI & CO.) 30 September 1987 see the whole document	1-17
A	EP A,0 431 910 (G.E.C.) 12 June 1991 see abstract; claims 2-7	1-17
A	TRAC, TRENDS IN ANALYTICAL CHEMISTRY, vol.11, no.2, February 1992, AMSTERDAM, NL pages 61 - 67, XP247333 K. C. PERSAUD see page 66, right column	9-17
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "B" prior document but published on or after the international filing date of the invention
- "C" document which may have priority date (or other date) which is cited in the publication date of another document or other special reason (as specified)
- "D" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "E" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "F" document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the invention but cited to understand the principles or theory underlying the invention
- "G" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or distinct or cannot be considered to involve an inventive step in view of the prior art in the art
- "H" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "I" document number of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 JANUARY 1995

Date of mailing of the international search report

08.02.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. Box 318  
NL-1200 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 gpx nl,  
Fax (+31-70) 340-2016

Authorized officer

Brison, O

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/FR 94/01085

## C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEE PROCEEDINGS G. ELECTRONIC CIRCUITS & SYSTEMS, vol.137, no.3, June 1990, STEVENAGE GB pages 197 - 204, XP125837 H. V. SHURMER see page 199, last paragraph - page 201	1
A	WO A,90 08314 (THE BOEING CO.) 26 July 1990 see abstract; figure 4	1
A	EP A,0 398 687 (WAKABAYASHI & CO.) 22 November 1990 see the whole document	1
A	EP A,0 317 299 (K. EHARA) 24 May 1989 see the whole document	1
A	GB A,2 155 185 (US DEPARTMENT OF ENERGY) 18 September 1985 see the whole document	1

Form PCT/ISA/210 (continuation of record sheet) (July 1993)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date	
EP-A-0239233		30-09-87		JP-A- 62222154		30-09-87	
				JP-A- 62287141		14-12-87	
				JP-A- 6229752		26-12-87	
				US-A- 4770027		13-09-88	
EP-A-0431910		12-06-91		AT-T- 108019		15-07-94	
				DE-D- 69010315		04-08-94	
				DE-T- 69010315		27-10-94	
				GB-A, B 223094		19-06-91	
				JP-A- 6269499		22-09-94	
				US-A- 5239483		24-08-93	
WO-A-9008314		26-07-90		US-A- 4895017		23-01-90	
				CA-A- 2007223		23-07-90	
EP-A-0398687		22-11-90		JP-A- 2306150		19-12-90	
				AU-B- 629934		15-10-92	
				AU-A- 5570590		22-11-90	
				CA-A- 2017207		19-11-90	
				US-A- 5090232		25-02-92	
EP-A-0317299		24-05-89		JP-A- 1131444		24-05-89	
				CA-A- 1330720		19-07-94	
				DE-D- 3887644		17-03-94	
				DE-T- 3887644		15-09-94	
				US-A- 4884435		05-12-89	
GB-A-2155185		18-09-85		US-A- 4670405		02-06-87	
				CA-A- 1237771		07-06-88	
				DE-A- 3507386		05-09-85	
				FR-A- 2560684		06-09-85	
				JP-A- 60205351		16-10-85	
				US-A- 5106756		21-04-92	
				US-A- 4888295		19-12-89	

Form PCT/ISA/210 (patent family member) (July 1993)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No.

PCT/FR 94/01085

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 G01N33/00		Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB	
B. DOMAINE SUR LEQUEL LA RECHERCHE A ETE FAITE CIB 6 G01N		Domaines connexes relatifs à la recherche internationale (liste de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche voisins)	
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Catégorie 1 Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	
A		EP, A, 0 239 233 (WAKABAYASHI & CO.) 30 Septembre 1987 voir le document en entier	1-17
A		EP, A, 0 431 910 (G.E.C.) 12 Juin 1991 voir abrégé; revendications 2-7	1-17
A		TRAC, TRENDS IN ANALYTICAL CHEMISTRY, vol. 11, no. 2, Février 1992, AMSTERDAM, NL pages 61 - 67, XP247333 K. C. PERSAUD voir page 66, colonne de droite	9-17
		-/-	
D. Les documents de familles de brevets sont indiqués en cases		X	
E. Voir la note du cadre C pour la fin de la liste des documents		X	
F. Catégories spéciales de documents cités:		T Documents ultérieurs publiés après la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
A' Documents dérivés d'un document international, non considérés comme particulièrement pertinents		T' Documents ultérieurs publiés après la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
B' Documents antérieurs, mais publiés à la date de dépôt international ou après cette date		T'' Documents antérieurs publiés avant la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
L' Documents publiés pour une invention de priorité ou qui pour décrire la date de publication d'une invention ou pour une raison spéciale (date de dépôt)		T''' Documents antérieurs publiés avant la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
O' Documents relatifs à une invention de priorité ou qui pour décrire la date de publication d'une invention ou pour une raison spéciale (date de dépôt)		T'''' Documents antérieurs publiés avant la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
P' Documents publiés pour une invention de priorité ou qui pour décrire la date de publication d'une invention ou pour une raison spéciale (date de dépôt)		T''''' Documents antérieurs publiés avant la date de dépôt international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international ou la date de priorité et s'ajoutant au document international	
Dans la mesure où la recherche internationale a été effectuée		Date d'expiration du présent rapport de recherche internationale	
13 Janvier 1995		08 02 95	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Luxembourg 2 L-1150 Luxembourg Tél (+31-50) 446.2041, 446.2042, 446.2043 Fax (+31-50) 446.2044, 446.2045, 446.2046		Fonctionnaire autorisé Brison, O	

Form PCT/ISA/210 (patent family member) (July 1993)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No.  
PCT/FR 94/01085

Catégorie *		DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents		no. des revendications visées	
A		IEE PROCEEDINGS G. ELECTRONIC CIRCUITS & SYSTEMS vol.137, no.3, Juin 1990, STEVENAGE GB pages 197 - 204, KP125837 H. V. SHURMER voir page 199, dernier alinéa - page 201 ----- WO.A.90 08314 (THE BOEING CO.) 26 Juillet 1990 voir abrégé; figure 4 ----- EP.A.0 398 687 (WAKABAYASHI & CO.) 22 Novembre 1990 voir le document en entier ----- EP.A.0 317 299 (K. EHARA) 24 Mai 1989 voir le document en entier ----- GB.A.2 155 185 (US DEPARTMENT OF ENERGY) 18 Septembre 1985 voir le document en entier -----				1  <	

Formulaire PCT/ISA/210 (partie de la demande Reclame) (juillet 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Résumés relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No.  
PCT/FR 94/01085

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
EP-A-039233	30-09-87	JP-A- 6222154 JP-A- 62287141 JP-A- 6229752 US-A- 4770027	30-09-87 14-12-87 26-12-87 13-09-88
EP-A-0431910	12-06-91	AT-T- 108019 DE-D- 69010315 DE-T- 69010315 GB-A,B 2239094 JP-A- 6265499 US-A- 5239483	15-07-94 04-08-94 27-10-94 19-06-91 22-09-94 24-08-93
WO-A-9008314	26-07-90	US-A- 4895017 CA-A- 2007223	23-01-90 23-07-90
EP-A-0396687	22-11-90	JP-A- 2306150 AU-B- 629934 AU-A- 5570590 CA-A- 2017207 US-A- 5090232	19-12-90 15-10-92 22-11-90 19-11-90 25-02-92
EP-A-0317299	24-05-89	JP-A- 1131444 CA-A- 1330720 DE-D- 3887644 DE-T- 3887644 US-A- 4884435	24-05-89 19-07-94 17-03-94 15-09-94 05-12-89
GB-A-2155185	18-09-85	US-A- 4670405 CA-A- 1237771 DE-A- 3507386 FR-A- 2560684 JP-A- 60205351 US-A- 5106756 US-A- 4888295	02-06-87 07-06-88 05-09-85 06-09-85 16-10-85 21-04-92 19-12-89

Formulaire PCT/ISA/210 (suite famille de brevets) (juillet 1992)